

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕСТИ СТЕПЕНИ ТВЕРДОСТИ A1

Григоревский В.С., Конопенко К.Н.

Руководитель – д.т.н., профессор Завалишин А.Н.

ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет», г. Магнитогорск,
professor_vadim@mail.ru

На ОАО «ММК» начали поступать заказы на новый вид продукции – мягкую жечь степени твердости A1(53±3 HR30Ta) по ГОСТ 13345-85 толщиной 0,18...0,28 мм, которая до настоящего времени не производилась. Существующие режимы отжига для жести с твердостью A2 не позволяют получать требуемую низкую твердость из-за формирования мелкозернистой структуры с 12-14 номером зерна. Образование мелкого зерна связано с высокими до 92% степенями обжата на стане холодной прокатки и особенностью химического состава конверторной стали с достаточно высоким суммарным содержанием карбидообразующих элементов.

Повышение температуры отжига для укрупнения зерна и снижения твердости не применимо для тонкой жести из-за сваривания полосы в рулоне. Предлагаемым решением стало использование особенности протекания рекристаллизации при температурах, незначительно превышающих температуру начала рекристаллизации ($T_{н.р.}$). Выдержка при температуре несколько превышающей $T_{н.р.}$ приводит к образованию малого количества центров рекристаллизации, которые при медленном росте формируются в крупно- и разнотернистую структуру [1]. Дальнейший нагрев до температуры 650° С, выбранной как максимальная температура при которой не происходит сваривание витков рулона, снижает разнотернистость за счет собирательной рекристаллизации.

Поэтому целью данной работы было определение температурно-временных интервалов начала рекристаллизации жести производимой на ОАО «ММК» и разработка двухступенчатого режима колпакового отжига, обеспечивающего получение требуемой твердости стали.

Исследование проводилось на холоднокатаных образцах толщинами 0,17, 0,19 и 0,20 мм взятых с реальных плавок предприятия. Отжики осуществлялись в лабораторной печи с прикрепленной к образцам хромель-алюмелевой термопарой. Микроструктуры фотографировали на микроскопе Epiquant. Распределение номеров зерен определяли по трем полям зрения с помощью компьютерного анализа микроструктуры в программной среде SIAMS 600. Твердость измеряли в цеховой лаборатории в единицах HR30Ta на алмазном столике 6-ю замераи.

Для определения температуры и времени начала рекристаллизации жечь отжигали при температурах от 400° С до 650° С с шагом в 50° С и длительностью 15 и 60 минут. Визуально было определено, что первые рекристаллизованные зерна появляются после часовой выдержки при

$T=500^{\circ}\text{C}$ (рис. 1-а). После двухчасовой выдержки при 500°C , необходимой для образования и роста рекристаллизованных зерен (рис. 1-б), и нагрева с последующей часовой выдержкой до $T=650^{\circ}\text{C}$, наблюдается более равномерная и крупнозернистая структура, чем при трехчасовой выдержке при температуре 650°C (рис. 2-а, б). Сравнение распределений номеров зерен показало укрупнение структуры в среднем более чем на 1 номер (рис. 2-в).

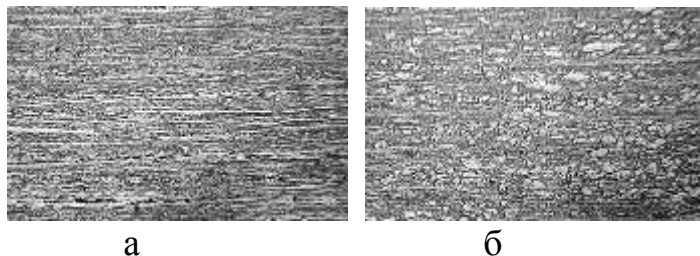


Рис. 1 – Микроструктуры образцов: а – отожженного при 500°C в течении 60 минут; б – отожженного при 500°C в течении 120 минут, х500

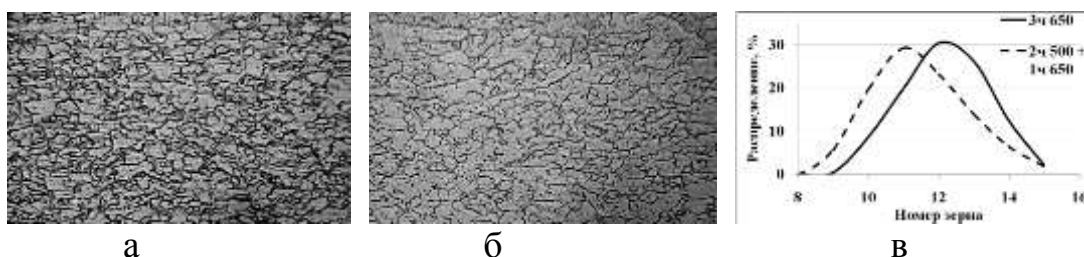


Рис. 2 – Микроструктуры жести толщиной 0,20 мм отожженной по режимам: а – 3 часа при 650°C ; б – 2 часа при 500°C и 1 час при 650°C , х500; в – графики распределения номеров зерен

По результатам лабораторных испытаний выявлена зависимость твердости от температуры отжига, представленная на рис. 3.

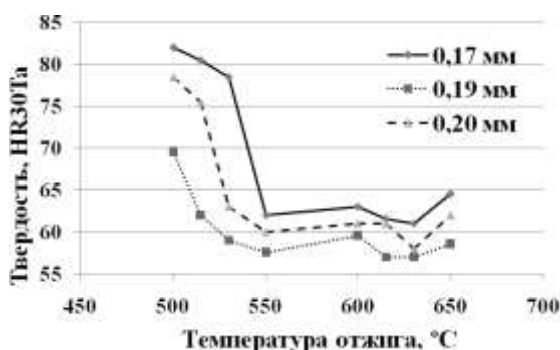


Рис. 3 – Твердость жести от температуры отжига для трехчасовых выдержек

Характер изменения твердости одинаков для всех толщин. Снижение твердости жести при повышении температуры нагрева от 500 до 550°C происходит благодаря увеличению доли рекристаллизованного металла. Нагрев до температур 600°C с трехчасовой выдержкой приводит к образованию более мелкозернистой структуры с большей твердостью. Колебание твердости в диапазоне температур отжига $600-650^{\circ}\text{C}$ возможно связано с наложением

процессов первичной, вторичной рекристаллизации с растворением избыточных фаз из твердого раствора.

Разработанный режим был опробован в условиях ЛПЦ-3 ОАО «ММК» на партиях реальных заказов. На рис. 4 представлены два экспериментальных режима отжига. Для партии 1567 толщиной 0,19 мм первую выдержку в течение 8 часов проводили при 550° С с последующим нагревом до 650° С – 3 часа для ускоренного прогрева садки и окончательной выдержкой при 630° С – 14 часов. Для партии 2654 той же толщины первую выдержку – 550° С, 8 часов, вторая – 630° С, 11 часов и замедленное охлаждение до 525° С в течении 20 часов.

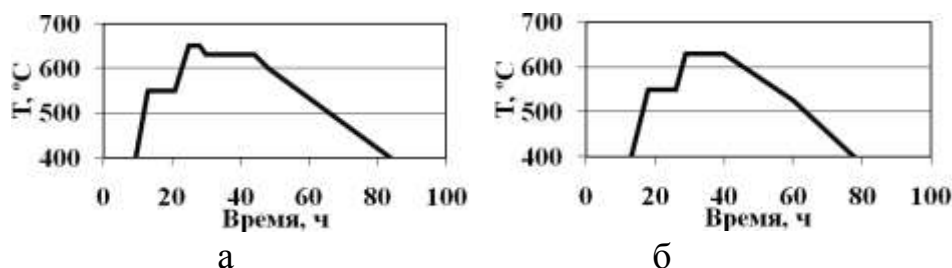


Рис. 4 – Графики режимов рекристаллизационного отжига жести:
а – партия 1567; б – партия 2654В результате получили средний размера зерна 7-9 номера (рис. 5), в отличие от обычных 12-14. Средняя твердость образцов партии 1567 составила 55,2 HR30Ta, партии 2654 – 52,4 HR30Ta. Более низкая твердость жести партии 2654 объясняется замедленным охлаждением с более полным выделением цементита.

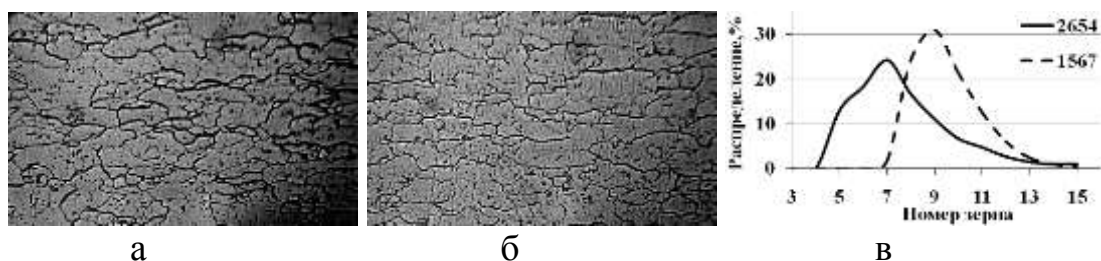


Рис. 5 – Микроструктуры жести (а, б) и распределение номеров зерен (в) для партий: а – 1567; б – 2654, x500

Разработанные режимы, позволяющие получать жечь твердостью А1, рассматриваются к внедрению в технологический процесс ОАО «ММК».

Библиографический список:

1. Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация металлов и сплавов. 3-е изд. – М.: «МИСИС», 2005. – 432 с.